

Dielektromos mérések alkalmazása egyes tejipari technológiai folyamatoknál

Application of dielectric measurements in dairy technology

Dobozi Réka, Beszédes Sándor, Csanádi József

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar

6724 Szeged Mars tér 7.

Összefoglaló

A biológiai eredetű anyagok dielektromos viselkedésével már régóta foglalkozik a szakirodalom. Azonban az eddigi tejiparhoz kapcsolódó dielektromos mérések során elsősorban az idegen víz jelenlétének detektálását, illetve sajtok esetében az adalék- és segédanyagok koncentrációjától való függést vizsgálták. Az oltós alvasztás és a sajtok érésének dielektromos paraméterekkel történő nyomon követésére vonatkozó közlemények száma csekély. A kutatásunk során a nyers tehéntej oltós alvasztása (MAXIREN 600 kimozin, *Kluyveromyces lactis* enzimmészítmény) és trappista, valamint bácskai gyúrt sajt (Sole-Mizo Zrt., Bácsbokod) érlelése során vizsgáltuk a dielektromos állandót és a veszteségi tényezőt 200-2400 MHz frekvencia tartományban, nyílt végű koaxiális mérőszondával (Speag DAK 3.5 mérőszenzor, Rhode&Schwarz ZVL-3 VNA). Az oltós alvasztást a látszólagos viszkozitás (AND SV-10 vibrációs viszkoziméter) meghatározásával, a sajtok érését színméressel (Minolta CR300) és műszeres állományprofil- analízissel (Brookfield CT3 TPA) is nyomon követtük.

A kutatási eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált paraméterek közül a dielektromos állandó szignifikáns növekedést mutatott az alvasztási folyamat előrehaladtával. A viszkozitás növekvő tendenciájának kezdete után a dielektromos állandó nem nőtt tovább, tehát a dielektromos mérésekkel az alvasztási folyamat az alvadék megszilárdulásáig volt nyomon követhető. A dielektromos állandó érlelési folyamat közbeni monitorozásakor a gyúrt sajt kéreg és közép részében mért értékek különbségének maximumához tartozó időpont az állományvizsgálattal meghatározott keménység és tapadási erő minimumához tartozó időponttal egyezik meg. A trappista sajtnál a dielektromos állandó mérési helyek szerinti különbségének minimum értékéhez tartozó érlelési idő esik egybe a tapadási erő maximumának és a keménység minimumának időpontjával. A sajtok különböző helyein mért dielektromos állandók átlagai (900, 1500 és 2400 MHz frekvenciákon), valamint ugyanezen helyeken a szín és állományjelzők átlagai között lineáris kapcsolat volt.

Mindezek alapján tehát egyértelműen megállapítható, hogy a roncsolás- és vegyszermentes dielektromos mérés alkalmas mind a tej oltós alvasztási folyamatának, mind a sajtok érési folyamatának nyomon követésére, továbbá az optimális alvasztási és érlelési idő meghatározására.

Summary

Dielectric behavior of biological materials has been studied for decades. Dielectric characterization of dairy products was carried out mainly in order to detect added water in milk and the concentration of additives in cheese manufacturing, for instance. However, there can be found just very few study about monitoring of the enzymatic coagulation and the ripening process of cheese by dielectric measurements. In our study, the change of dielectric constant and dielectric loss factor were measured during chymosin-induced (MAXIREN 600 chymosin from *Kluyveromyces lactis*) coagulation of cow milk, and the ripening period of Trappist cheese and Bácskai kneaded cheese (Sole-Mizo Zrt., Bácsbokod). The dielectric parameters were determined in the frequency range of 200-2400 MHz with an open-ended coaxial dielectric probe (Speag DAK 3.5) connected to a vector network analyzer (Rhode&Schwarz ZVL-3). The enzymatic coagulation was also monitored by determining relative viscosity and the ripening process of cheeses was detected by using texture profile analysis (Brookfield CT3 TPA analyzer) and by instrumental colour measurement (Minolta CR300), respectively.

Our results show that the dielectric constant increase significantly as the coagulation progresses forward. As the growing tendency of viscosity with the time appeared, the rising tendency of dielectric constant broke. Therefore, it can be concluded that the overall process is detectable by the analysis of dielectric behavior until the coagulated gel is formed. During the ripening process of kneaded cheese, the difference of dielectric constants between the rind and the center of the cheese reached the maximum value when the hardness and the adhesive force were the lowest. In regards to the ripening time of Trappist cheese, the minimum value of dielectric constant difference between the two measured points occurred when the maximum of adhesive force and the minimum of hardness have been revealed. Moreover, there is a linear correlation between the dielectric constants (900, 1500 and 2400 MHz) and the averages of color coordinates and TPA indicators measured in specific points of the cheeses. Our results verified, that the non-destructive and chemical-free dielectric measurement method is suitable for the monitoring both enzymatic coagulation of milk and cheese ripening. Furthermore, it is applicable to determine the end-point and optimal time period of these processes in dairy technology.
